

在线状态监测预知维修系统

SK9000

介绍

江阴三科

2024 年 07 月

江阴三科仪表有限公司

目录

1. 概述	3
2. 振动监测系统组成	3
2.1. 振动传感器	3
2.1.1. 有线振动传感器	3
2.1.2. 无线振动传感器	5
2.1.3. 转速传感器	7
2.1.4. 电涡流传感器 SK3000(图五)	9
2.2. 采集器/无线网关	9
2.2.1. SK9010 采集器	10
2.2.2. 无线网关	12
2.3. 系统分析软件	13
3. 软件主要功能展示	14
3.1. 首页	14
3.2. 系统组态	14
3.3. 实时数据	15
3.4. 历史数据	15
3.5. 趋势分析	16
3.6. 振动分析	16
3.6.1. 波形图	16
3.6.2. 频谱图	17
3.6.3. 包络频谱	17
3.6.4. 倒谱图	18
3.6.5. 多测点时域对比	18
3.6.6. 低频、高频筛选	19
3.6.7. 谐波	20
3.6.8. 边带	20
3.6.9. 时域波形数据、时域频谱数据导出	20
4. 智能诊断和维护功能	21
4.1.1 预知性智能维护功能	22
4.2.2 根据故障类型智能推荐维护策略	22

1. 概述

在线状态监测预知维修系统（以下简称 SK9000 系统）是由江阴三科仪表有限公司自主设计、研发的一款针对动设备性能状态分析、故障诊断预警和治理预防、以及健康综合管理的平台。

通过在线监测诊断系统的实施，可以达到以下目：保证设备安全，防止突发事件；实施短信或邮件推送报警预知维修，减少设备故障；保证设备精度，提高设备效率；提升管理水平，实现降本增效。

2. 振动监测系统组成

SK9000 系统主要由三大部分组成，包含：传感器、采集设备、系统分析软件。



其中，监测设备可连接的传感器类型有：振动传感器、振动温度传感器、转速传感器、电涡流（位移）传感器

2.1. 振动传感器

振动传感器包含：有线振动传感器（加速度传感器 PAS501）、有线振动温度传感器（加速度温度复合传感器 PAS501T）

2.1.1. 有线振动传感器

2.1.1.1. 加速度传感器 PAS501（图一）

PAS501 加速度传感器是在一片多晶硅上通过微机械加工出加速度敏感元件，

它由转换、测量、放大电路组成，属于集成传感器。PAS501 状态检测将振动量输出信号经滤波、检测，对设备的振动大小给出精确直观的指示，检测设备是否正常运行。PAS501 具有优良的稳定性、可靠性和抗干扰能力。



图一

技术参数：

灵敏度	20mV/g~3V/g 可选
非线性	0. 2%FS
频响	0~10kHz (-3dB)
温漂	≤0. 01% / °C (-20~+125°C)
分辨率	0. 05%
供电电压	+24V (2~10mA 恒流)
可承受最大冲击	10000g
输出信号	AC: 0~5V
工作温度	-20~+80°C
防护等级	IP67
外壳材料	不锈钢（可按用户要求改用其他材料）

2.1.1.2. 加速度温度复合传感器 PAS501T(图二)

PAS501T 加速度温度复合传感器是压电式加速度传感器，它由转换、测量、放大电路组成，属于集成传感器。温度信号是内置 PT100 铂热电阻信号。PAS501T

主要是用于状态检测，将振动量输出信号经滤波、检测，对设备的振动大小给出精确直观的指示，检测设备是否正常运行。



图二

技术参数：

灵敏度	20mV/g~3V/g 可选
非线性	0. 2%FS
频响	0~10kHz （-3dB）
温漂	≤0. 01% / °C (-20~+125℃)
分辨率	0. 05%
供电电压	+24V (2~10mA 恒流)
温度量程	0℃~100℃ （可选）
可承受最大冲击	10000g
输出信号	AC: 0~5V
工作温度	-20~+80℃
防护等级	IP67
外壳材料	不锈钢（可按用户要求改用其他材料）

2.1.2.无线振动传感器

振动传感器的应用场合比较复杂，很多地方不方便提供电源，这就需要电池

供电的单轴无线温度振动传感器。在一定的距离范围内，需要分布几十个无线传感器，通过一个或多个无线网关，将采集到的数据，通过有线网络或 4G/5G 网络传输给后台服务器，供用户监测分析。

2.1.2.1. 单轴无线温振传感器 SKTV1000

无线温振传感器 SKTV1000，在硬件系统设计上，采用业界先进的三角振子，保证了在各种工况下振动数据采集的稳定性和数据精度。此外 SKTV1000 采用 STM32L4 系列高精度低功耗嵌入式处理器，每秒采集 24576 个振动加速度数据，经过包络算法得出包络值和包络频谱；对 24576 个数据做处理，得到 2048 个点振动加速度数据，FFT 处理，获得加速度值；通过对加速度值经过卷积计算，得到速度值；再对速度值经过卷积计算，得到位移值。

技术参数：

项目	参数
测量范围	最大振动加速度：0~60G；最大振动速度：0~600mm/s； 最大振动位移：0~6000 μm；最大包络值：0~60gE。
测量精度	线性误差≤±2% （满度值）
频 响	10~1000Hz
频响误差	≤±1%
测量温度	-25℃~60℃，精度 0.5 度
数据上传间隔	5/10/15/30 分钟，可设
无线传输距离	最大视距 150 米
供电电池	ER26500(3.6V)（15 个月）
工作环境	温度：-25℃~60℃ 相对湿度：≤85%
外壳尺寸	42(直径)*90(高度)mm
安装方式	M5*6 螺纹
平均功耗	≤500uAH

2.1.2.2. 无线三轴温振传感器 SKTV3000(图三)

无线温振传感器 SKTV3000，在硬件系统设计上，采用业界先进的 ADXL35X 三轴温度振动传感器芯片，保证了在各种工况下振动数据采集的稳定性和数据精度。此外 SKTV3000 采用 STM32L4 系列高精度低功耗嵌入式处理器，通过 SPI 接口，每秒采集 2048 个 16 位振动加速度数据，经过 FFT 处理，获得加速度值；通过对加速度值经过卷积计算，得到速度值；再对速度值经过卷积计算，得到位移值。

SKTV3000 温振传感器日常提供电池电压、环境温度、振动参数（加速度、速度和位移其中之一）和故障诊断结果。

传感器每 30 秒唤醒一次，采集数据，如果有告警监测，则达到告警值时，

即刻发送数据。否则，按照设置的时间，如 10 分钟一次，上报数据。



图三

技术参数：

项目	参数
测量范围	最大振动加速度：0～8G；最大振动速度：0～200mm/s； 最大振动位移：0～2000 μm。
测量精度	线性误差≤±2%（满度值）
频响	10～1000Hz
频响误差	≤±1%
测量温度	-25℃～60℃，精度 0.5 度
数据上传间隔	5/10/15/30 分钟，可设
无线传输距离	最大视距 150 米
供电电池	ER26500(3.6V)（15 个月）
工作环境	温度：-25℃～60℃ 相对湿度：≤85%
外壳尺寸	42(直径)*90(高度)mm
安装方式	M8*6 螺纹
平均功耗	≤400uAH
防爆等级	Ex ia II C T4 Ga; Ex ia IIIC T200 195℃ Da

2.1.3. 转速传感器

当监测设备的轴承情况时，轴承的不平衡、不对中、内外圈故障等信息依赖于设备转速计算，但是当设备的转速是变频时，这时候就需要一台转速传感器来测量设备的转速，通过转速和振动来诊断设备状态。

2.1.3.1. 转速传感器 SC-2(图四)

SC-2 防爆转速传感器可直接替代霍尔开关,其核心部件是采用磁敏电阻作为检测元件,是一种新型的转速传感器,经过全新的信号处理电路令噪声降低,功能更完善。SC-2 已被广泛应用于各种领域。尤其在低速或超低速非接触检测中,检测距离 4mm,能检测到接近开关无法检测的小摸齿与其它类型的齿转速传感器相比,SC-2 所测得的转速的误差小,线性度高,可实现零转速;灵敏度高,可靠性强,寿命长;触发距离远,可实现距离输送;抗磁电干扰能力强;具有良好的抗冲击性和抗震性。



图四

技术参数:

发讯频率	0~20kHz
供电电压	5~26V (DC)
工作温度	-40~+120℃
负载电阻	≥1.0k Ω
输出阻抗	≤47 Ω
负载能力:	20mA (最大)
功耗电流	≤10mA (不包括负载电流)
检测距离	1~4mm (A3 钢、电工钢) 5~10mm (磁钢、安装时磁性一致)
齿轮模数	m ≥ 1 (齿轮材料: A3 钢、电工钢 120℃)
输出信号	波形: 矩形波 幅值: 高电平: U~0.7 (U: 电源电压) 低电平: <0.1V
防护等级	IP68
安装螺纹	M16*1 (或定制)
防爆等级	ExiaII BT6 Ga
耐振性能	振动 (10Hz~2KHz) 30g, 冲击 100g
电源极性保护	有
输出短路保护	有
绝缘强度	1000V 50Hz, 1min (通道与外壳)
外壳材料	不锈钢 304 (可按用户要求改用其他材料)

2.1.4. 电涡流传感器 SK3000



SK3000 电涡流位移传感器采用多项领先科技，按美国军用标准设计生产；线圈最佳温度稳定性参数匹配技术，新型 PPS 工程塑料，二次注塑工艺，保证良好的探头密封性、尺寸稳定性和互换性、-40° C~+175° C 正常工作；最新电子技术，前置器采用功耗低于 12mA，深度负反馈稳定谐振回路技术，稳定性达到 0.05%/° C,0.02%/年，电路容错设计，保证任意接线错误不会损坏；壳体采用压铸工艺、高频插座内凹、接线端子镶嵌保护、工程塑料隔离绝缘，坚固、安全、方便；先进相频性测试和控制方法，动态特性处于国际领先水平。

广泛应用于电力、石油化工、冶金等行业的汽轮机、水轮机、发电机、鼓风机、压缩机、齿轮箱等设备的位移、振动、转速、油膜厚度等参数的在线监测与故障诊断。

技术参数：

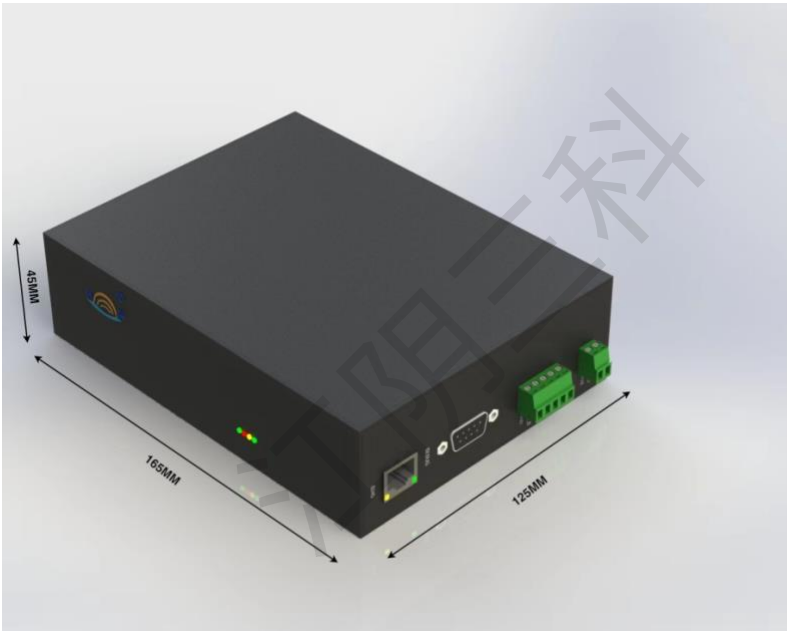
探头	工作温度-50~ +175° C 温漂≤0.05%/° C		温漂≤0.05%°C
前置器	工作温度-50~ +120° C		温漂≤0.05%/° C
频响	0~10kHz；幅频特性1kHz 处-1%、10kHz 处-5%；相频特性1kHz 处-1°、10kHz 处-100°		
输出特性	负电压输出	供电电源：-18VDC~ -24VDC 功耗≤12mA(不含输出电流)	
		供电电源：+18VDC~ +30VDC 功耗≤12mA(不含输出电流)	
		输出电压：-2V~-18V，1~5V(可选)	
互换性	误差≤5%		
分辨率	0.05%		
防护等级	IP68		
外壳材料	不锈钢（可按用户要求改用其他材料）		
防爆等级	ExiaIICT6Ga;ExiaIIIC200 130°C Da		

2.2. 采集器/无线网关

采集器/无线网关是传感器和系统分析软件的介质，它主要负责采集数据，然后将采集到的数据上传给软件。其中，采集器可连接有线传感器，包括：有线振动传感器、转速传感器、电涡流位移传感器。无线网关主要连接无线传感器。

2.2.1.SK9010 采集器

SK9010 系列智能数据采集器适用于机组测点位置比较集中的场合，一般安装在控制室的机柜中。SK9010 系列智能数据采集器根据型号的不同可采集 8 路振动信号和 1 路转速信号或 8 路工艺信号。并同时支持 485 接口通讯，可与现场自动化设备实现连锁控制。其使用 24V 直流供电，使用百兆以太网口与后台交互数据。



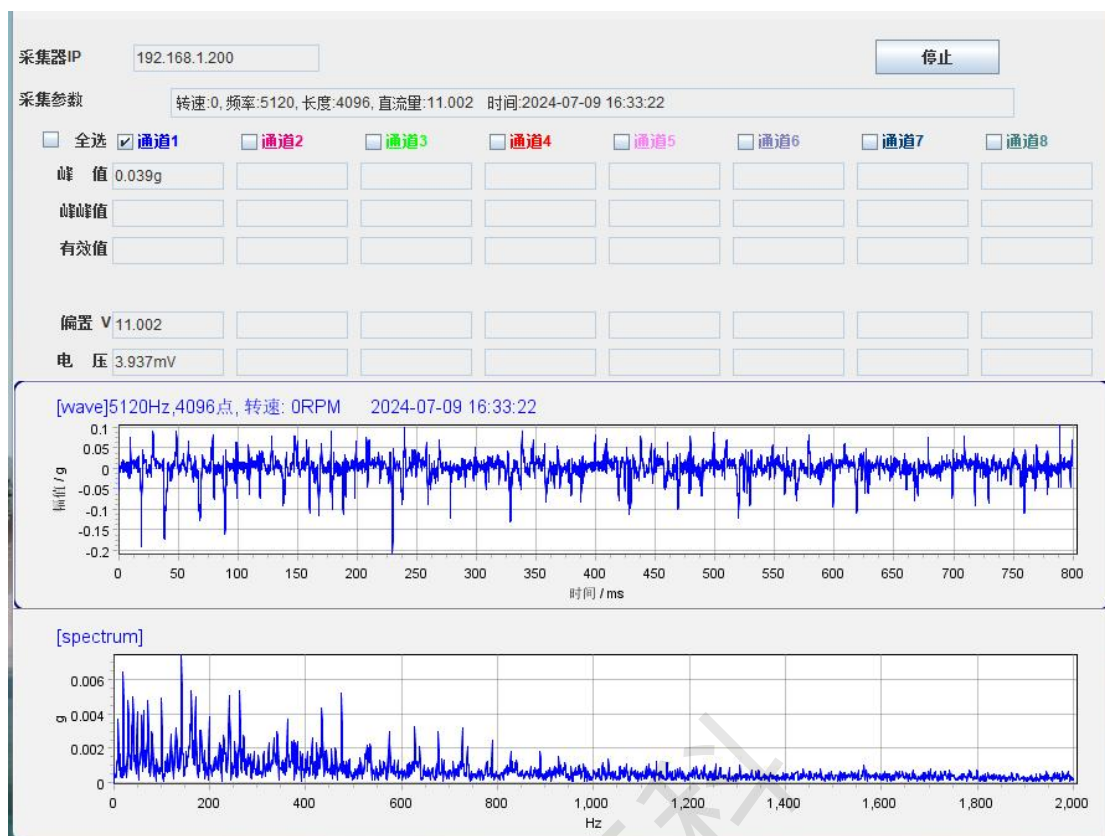
采集器外壳使用标准铝型材，表面喷砂氧化黑色处理，质感好，接口丝印清晰。正面贴膜设计，美观耐用。机壳结构尺寸 165×125×45（mm）。

SK9010 智能数据采集器主要技术指标：

项目	说明	备注
尺寸	立式模块 165（H）×45（T）×125（T） mm	
电源	DC24V(±1V)	
环境适应性	环境温度 -20℃ ~ 60℃	
	环境湿度 15%-95% 相对湿度（无冷凝）	
处理器平台	A8+DSP 双核，FPGA 采样控制	
	高速 LPDDR 内存	
操作系统	嵌入式 Linux 操作系统	
通信接口	RJ45 网口、双路 485 接口	

振动采样	振动通道	8	
	键相通道	1	
	振动传感器类型	加速度、速度、位移	
	积分	一次积分、二次积分	
	触发源	内触发、外（键相）触发	
	采样触发方式	时间、转速变化率、幅值变化率	
	采样频率	最高 100kHz，软件可调	
	采样位数	16 位	
	频率范围	一次信号 5 ~ 15kHz	
	(±3dB)	积分信号 10 ~ 1000Hz	
	量程	加速度：0 ~ 50g 峰值	
		积分时：0 ~ 300mm/s 有效值 接速度传感器时，取决于所选传感器；	
		积分时：0 ~ 3000μm 峰峰值 接位移传感器时，取决于所选传感器；	
	分辨率和误差	加速度：0.01g 速度：0.1mm/s 位移：1μm	
		一次信号误差 ≤ 3% 积分信号误差 ≤ 5%	
	转速量程	60 ~ 100000 转/分	
	滤波	自适应抗混滤波	

SK9010 采集器可查看实时数据振动值和时域波形、时域频谱图，如下图所示：



SK9010 采集器振动分析页面

2.2.2. 无线网关



网关的电源输入有 2 个，从左到右是 24V（正，地）输入和 12V（正，地）输入。在室内使用时，请接 12V 适配电源；在室外无 220V 电源时，使用太阳能电源，太阳能板 18V 输出接 24V 电源口，这时的 12V 电源是输出，接可充电电池。

网关的通信口有 2 个 RS232 口、1 个 RS485 口和一个网口。

SYS 灯一秒闪烁一次；LORA1（数据信道）灯、LORA2（控制信道）灯，收到

一次数据后，变反。

左边的 RS232 口，是升级口，用于升级程序；中间的 RS232 口，是调试口，用于输出调试信息和基本配置。两个 RS232 口的波特率：57600。

无限网关采用 LORA 通讯协议，LORA 是一种低功率、长距离、经济实惠、简单高效的无线数字通信技术。在物联网急速发展的现今，LORA 也逐渐成为长距离无线射频通信的首选。

网关基本参数：

项目	参数
传感器容量	60 个
RS232 口	2 个：升级口和调试口，57600 波特率
RS485 口	1 个：备用
网口	1 个：用于服务器通信
无线传输距离	最大视距 150 米
可维护性	支持固件升级
12V 电源	使用太阳能电源时，此接锂电池；否则，接 12V 电源
24V 电源	接 18V 太阳能电源
工作环境	温度：-25℃～60℃ 相对湿度：≤85%
外壳尺寸	190*46*114mm
平均功耗	≤1T

2.3. 系统分析软件

在线状态监测预知维修系统（以下简称 SK9000）是由江阴三科仪表有限公司自主设计、研发的，用于支持公司不同硬件平台的综合软件管理平台，该软件支持公司的 SKTV1000、SKTV3000、无线网关、SK9010、8/16/32 通道采集器等多系列硬件产品。下图为 SK9000 的主要功能。



在线状态监测预知维修系统架构图

在线状态监测预知维修系统由“应用软件（以下简称：SK9000Server）”和“采集软件（以下简称：SK9000Sample）”两个软件组成，“在线状态监测预知维修系统”负责仪器设置、组态管理、数据监测、专业分析、基础设置、系统管理等主体业务，“在线状态监测预知维修系统采集软件”负责与下位机通讯，实现数据采集，报警二次处理，数据存储等业务功能。

3. 软件主要功能展示

3.1. 首页



大屏统计数据展示

3.2. 系统组态



系统组态主要用来组态设备信息，包括公司信息、厂区信息、设备信息、测点信息、测量项信息。正确的组态可清晰明了查看某个定点区域的振动数据。

3.3. 实时数据

实时数据

20#机组

30#机组

12:25:00

实时刷新

#	测点名称	测量项	当前值	单位	位置(°N)	转速(rpm)	时间
1	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	11.15	1500	2024-06-19 17:26:00
2	电机启动跳垂直	启动跳垂直-振动加速度(Acc)	0.09	g	11.09	1500	2024-06-21 11:08:05
3	电机启动跳垂直	启动跳垂直-振动加速度(AccTimeToVib)	1.38	mm/s	11.09	1500	2024-06-21 11:08:05
4	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(AccTimeToVib)	0.84	mm/s	11.15	1500	2024-06-19 17:26:00
5	电机启动跳水平	非启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.22	g	11.75	1500	2024-06-21 11:08:56
6	电机启动跳水平	非启动跳水平-振动加速度(AccTimeToVib)	2.08	mm/s	11.75	1500	2024-06-21 11:08:56
7	电机启动跳垂直	YD37X-振动加速度(Acc)	0.60	g	11.12	1500	2024-06-21 11:07:13
8	电机启动跳垂直	YD37X-振动加速度(AccTimeToVib)	2.77	mm/s	11.12	1500	2024-06-21 11:07:13
9	电机启动跳垂直	YD37-Y-振动加速度(Acc)	0.47	g	11.21	1500	2024-06-21 11:07:14
10	电机启动跳垂直	YD37Y-振动加速度(AccTimeToVib)	2.38	mm/s	11.21	1500	2024-06-21 11:07:14
11	电机启动跳垂直	YD37-Z-振动加速度(Acc)	0.58	g	11.15	1500	2024-06-21 11:07:14
12	电机启动跳垂直	YD37Z-振动加速度(AccTimeToVib)	2.51	mm/s	11.15	1500	2024-06-21 11:07:14

可观察到设备实时振动数据，如果是变频设备，安装的有转速传感器，则可测量出设备的实时转速。

3.4. 历史数据

历史数据

2024-07-19 09:12:22

最近一月

2024-06-10 00:00:00

2024-07-10 23:59:59

筛选

删除

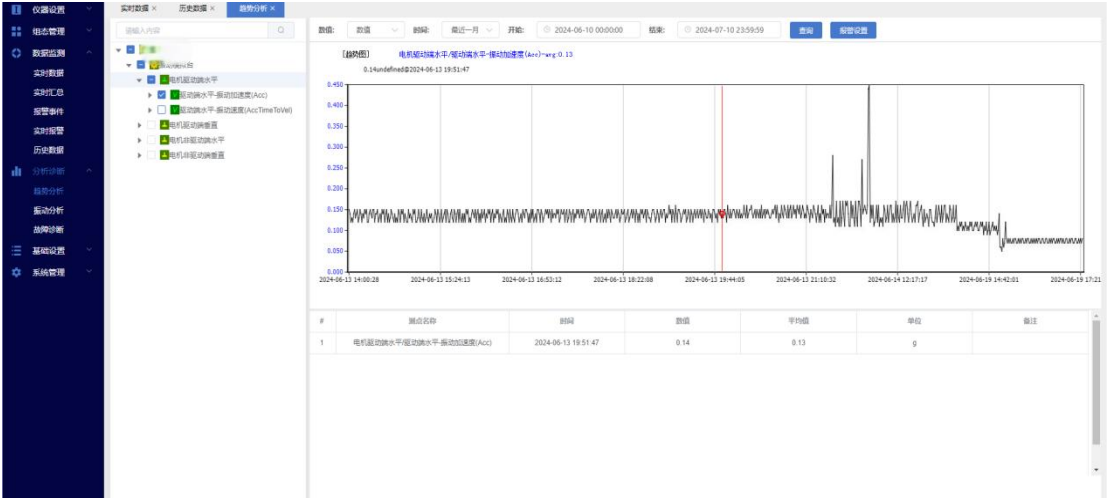
导出

#	设备名称	测点名称	测量项	数值	单位	变化率	时间
1	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:26:00
2	振动轴测台	电机启动跳垂直	启动跳垂直-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:54
3	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:48
4	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:42
5	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.08	g	0	2024-06-19 17:25:36
6	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:30
7	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.08	g	0	2024-06-19 17:25:24
8	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:18
9	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:12
10	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:06
11	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:25:00
12	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:24:54
13	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.08	g	0	2024-06-19 17:24:48
14	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.08	g	0	2024-06-19 17:24:42
15	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:24:36
16	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:24:30
17	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:24:24
18	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:24:18
19	振动轴测台	电机启动跳水平	启动跳水平-振动加速度(Acc)	0.07	g	0	2024-06-19 17:24:12

共 6969 条 20条/页 1 2 3 4 5 6 ... 346 前往 1 页

可根据日期筛选查询某个测量项的历史数据，并导出。

3.5. 趋势分析

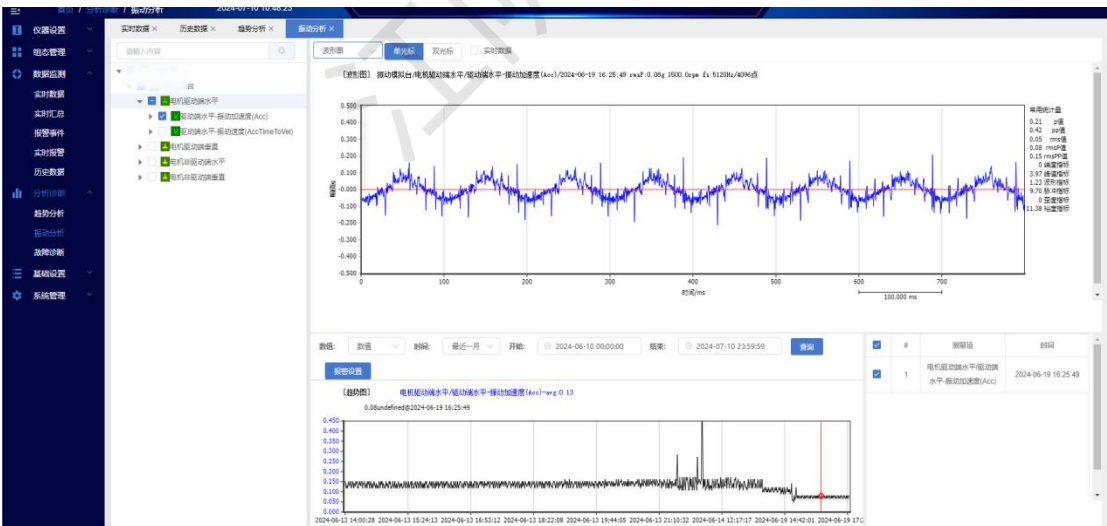


可观察某个测量项某个时间段内的振动趋势

3.6. 振动分析

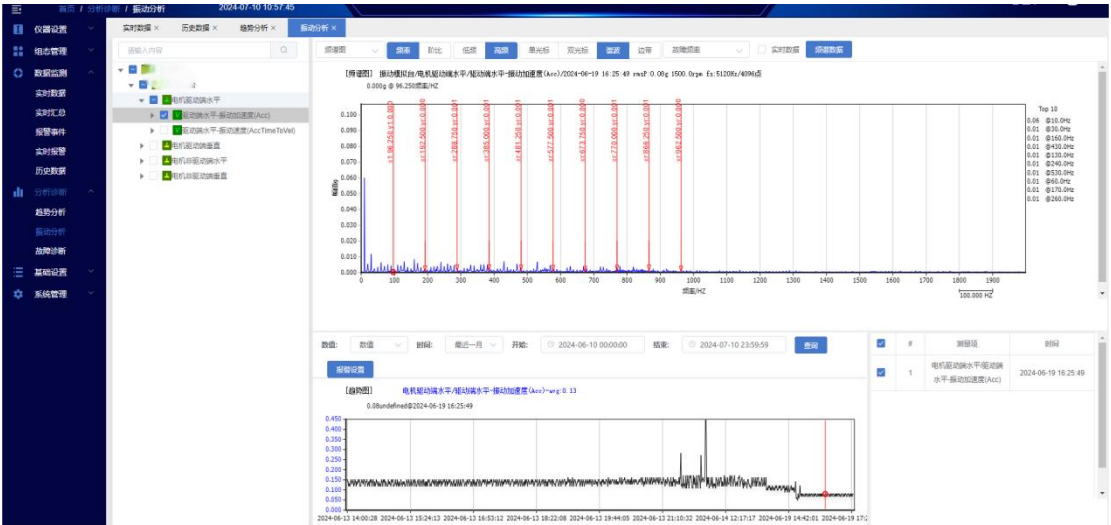
可查看机组振动数据的时域波形、时域频谱、包络谱、倒谱、轴心轨迹等。

3.6.1. 波形图

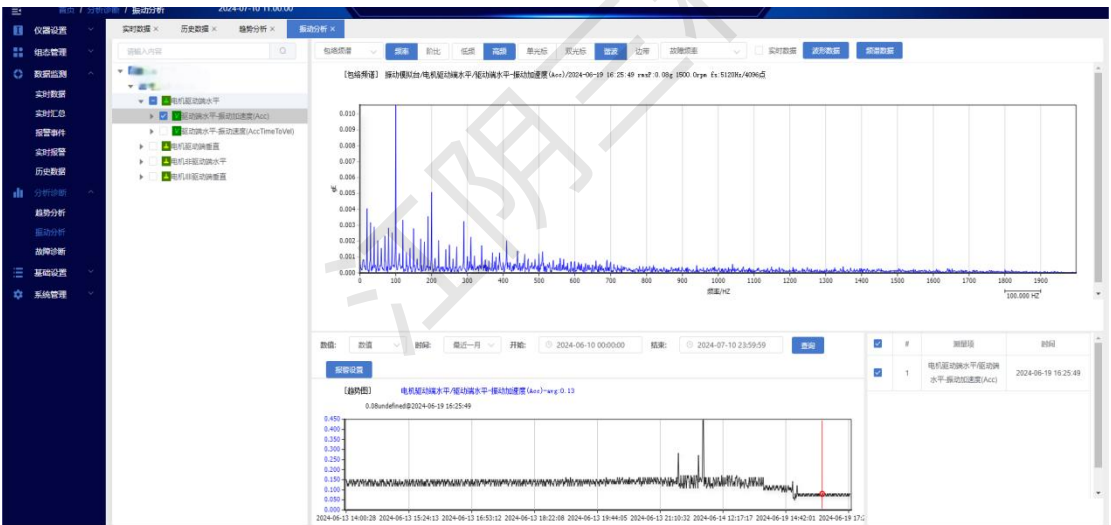


波形图

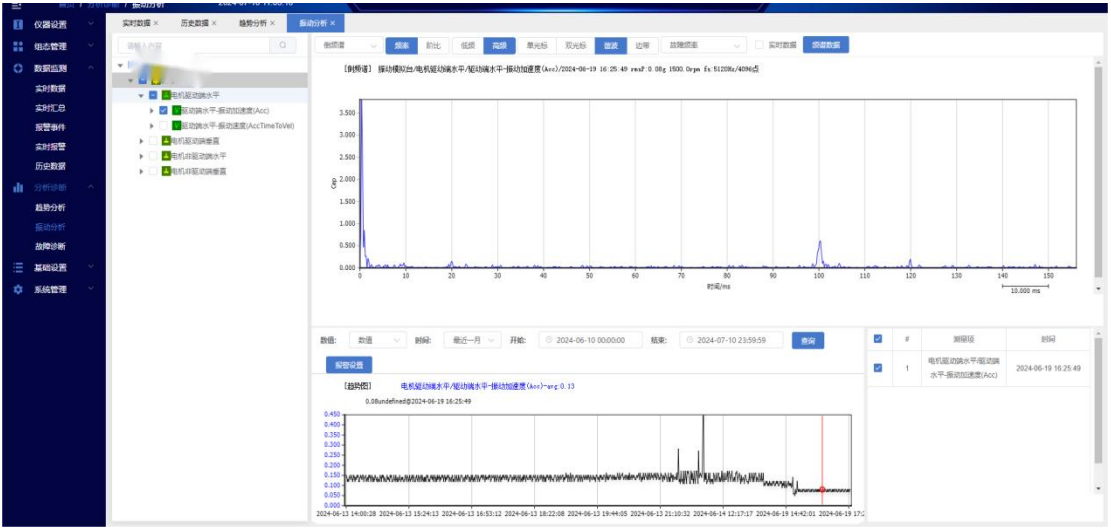
3.6.2. 频谱图



3.6.3. 包络频谱

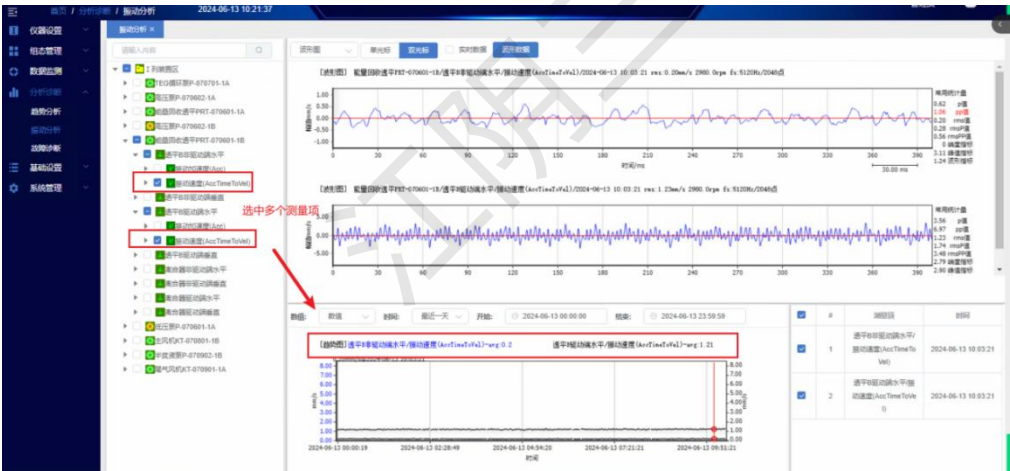


3.6.4. 倒谱图

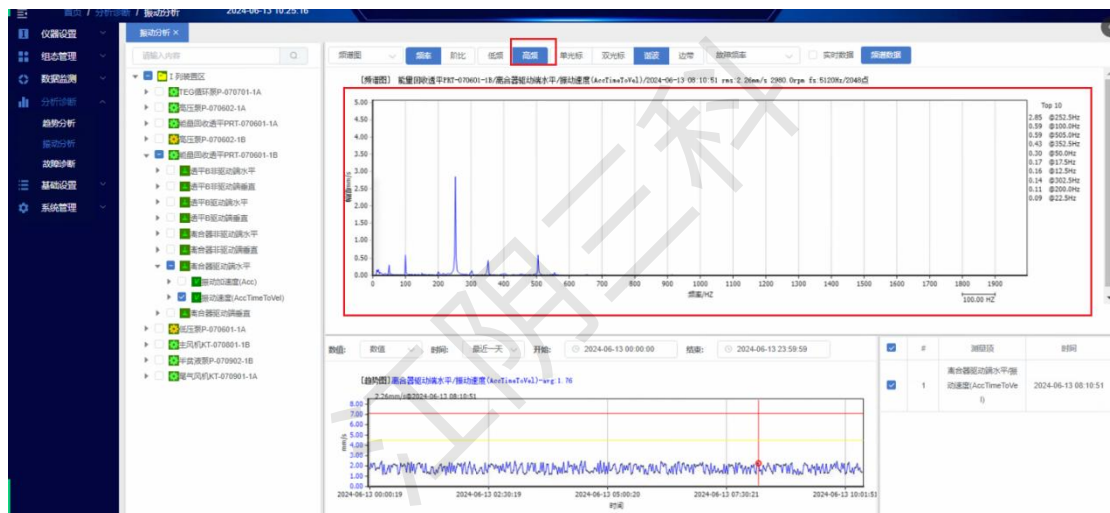
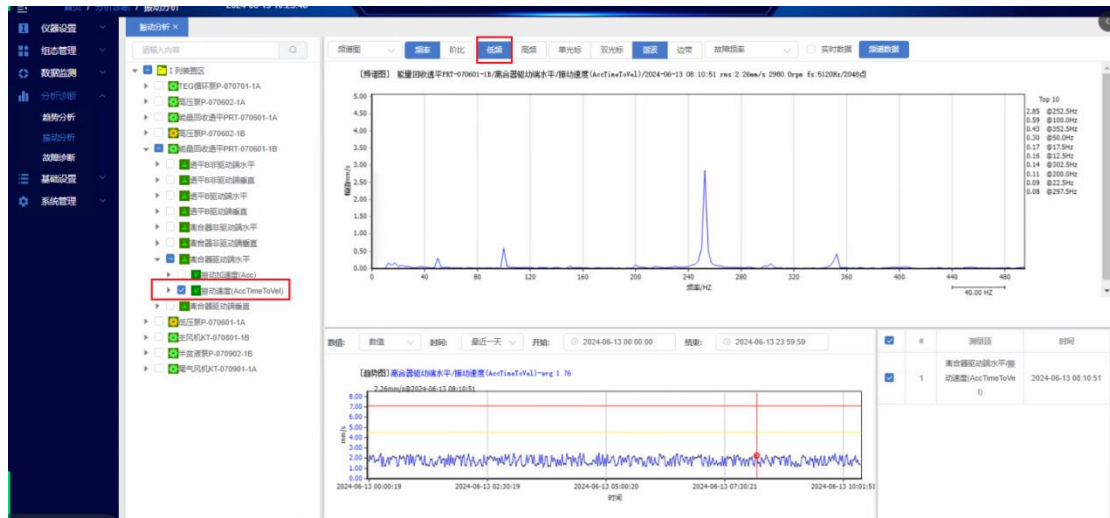


3.6.5. 多测点时域对比

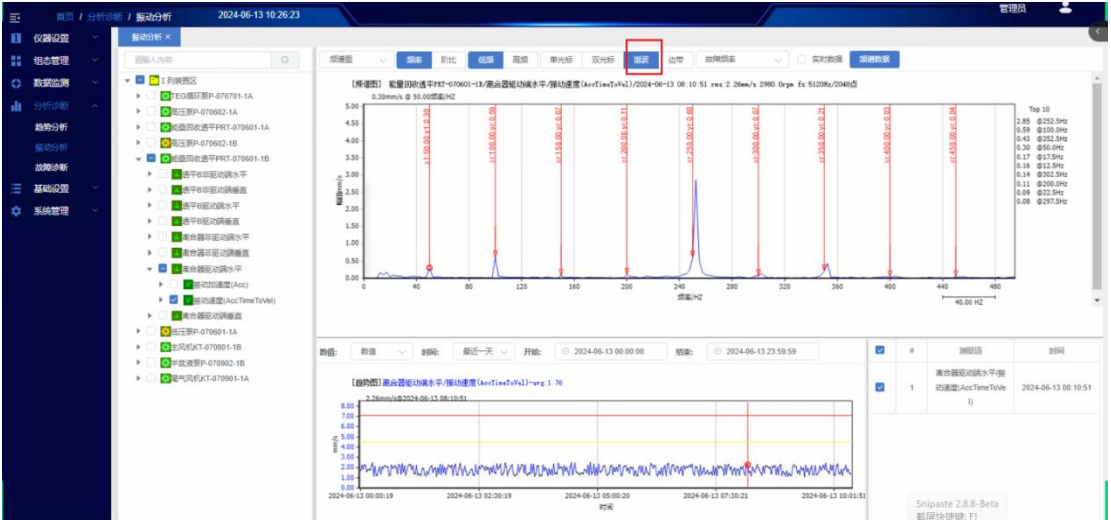
操作路径：分析诊断-->振动分析-->选中多个测量项-->选中某个时间点



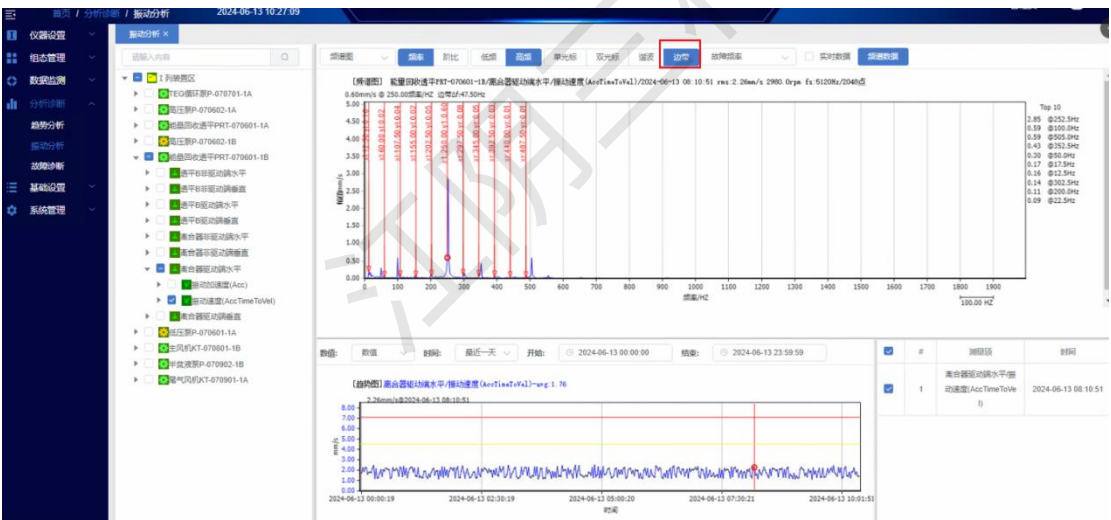
3.6.6. 低频、高频筛选



3.6.7. 谐波

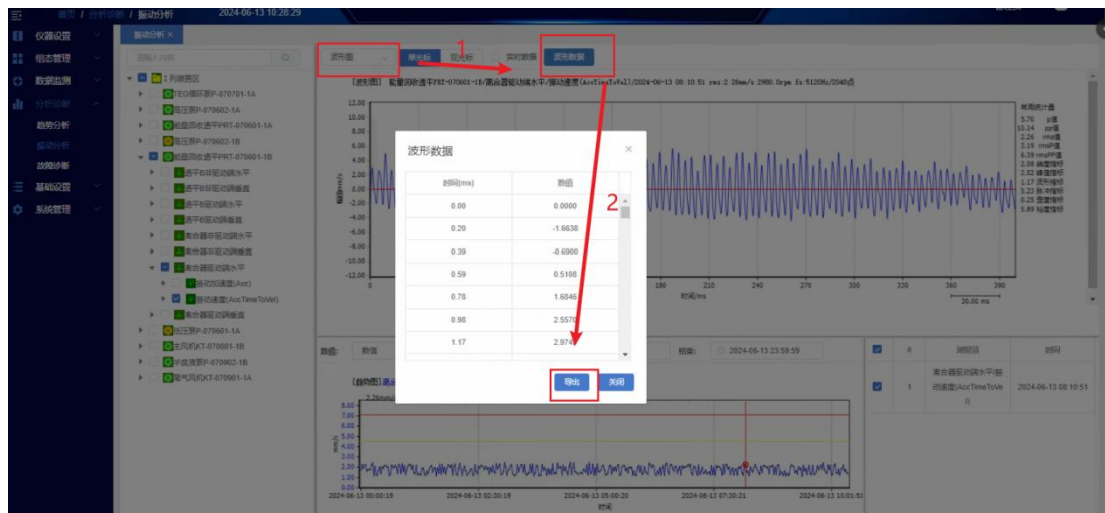


3.6.8. 边带

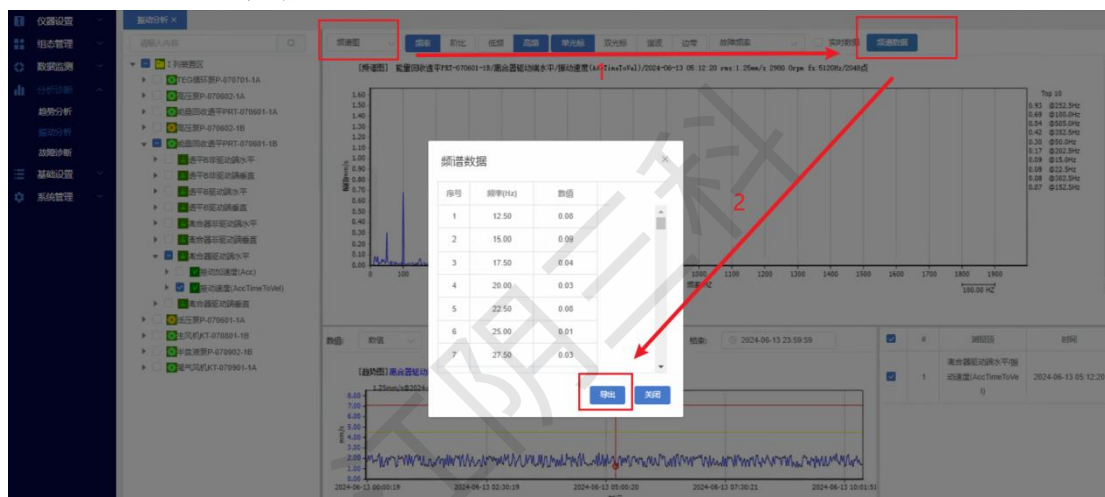


3.6.9. 时域波形数据、时域频谱数据导出

操作路径：分析诊断-->振动分析-->选中某个测量项-->选中某个时间点-->选择波形图-->点击波形数据-->点击导出



操作路径：分析诊断-->振动分析-->选中某个测量项-->选中某个时间点-->选择频谱图-->点击频谱数据-->点击导出



4. 智能诊断和维护功能

- a) 预知早期潜在故障。
- b) 预判故障类型(如：部件磨损、内部裂口、对中性差、轴弯曲度超标、连接松动、泵汽蚀、离心风机喘振等)。
- c) 预判故障部位。
- d) 推荐智能维护策略。

4.1.1 预知性智能维护功能

[illegible]

可预判设备的故障类型

4.2.2 根据故障类型智能推荐维护策略

